

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* ROBOT PEMUNGUT SAMPAH BERBASIS *ARDUINO MEGA*

Irmawati Iskandar (15290401011)

Penulis, Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Universitas Negeri Makassar
irmaaaawi97@gmail.com

Rancang Bangun Prototype Robot Pemungut Sampah Berbasis Arduino Mega. Skripsi, Program Studi Pendidikan Teknik Informatika Dan Komputer, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar. Pembimbing : Satria Gunawan Zain dan Abdul Rahman Patta.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan rancangan sebuah prototipe robot pemungut sampah yang otomatis yang menggunakan sensor ultrasonik sebagai komponen pendeteksi objek sampah, mendapatkan unjuk kerja dari rancangan perangkat keras dan perangkat lunak dari prototipe robot pemungut sampah yang dapat membantu pekerjaan manusia dalam menjaga kebersihan dan menghasilkan prototipe robot pemungut sampah otomatis. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode eksperimen.

Perancangan alat ini tersusun atas dua komponen utama yakni *hardware* dan *software*. *Hardware* dibangun menggunakan *Sensor ultrasonik*, *Motor DC PG28* sebagai penggerak, *Servo* untuk memungut dan mengumpulkan sampah, *Battery Li-Po* sebagai sumber tegangan dan *arduino ATmega2560* sebagai mikrokontroler utama prototipe robot pemungut sampah. Sedangkan *software* dibangun menggunakan *Arduino IDE* yang didalamnya telah disisipkan library dan program yang akan di upload ke mikrokontroler, Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan *sensor ultrasonik*, dapat disimpulkan bahwa *sensor ultrasonik* dapat mendeteksi objek sampah dan halangan pada jarak optimal 2 meter.

Kata Kunci: *Prototipe, Robot, Pemungut Sampah, Sensor Ultrasonik, Servo, Arduino ATmega2560.*

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kurangnya kepedulian sebagian masyarakat terhadap kebersihan lingkungan menyebabkan permasalahan sampah masih menjadi persoalan serius bagi pemerintah. Jika sampah masih berserakan dan buruk pengelolaannya maka dampaknya kembali kepada lingkungan masyarakat itu sendiri. Bau busuk yang disebabkan oleh tumpukan sampah serta pengelolaan yang tidak tepat dapat menjadi sumber penularan penyakit maupun tersumbatnya saluran drainase dan sungai merupakan beberapa akibat dari kurangnya kesadaran masyarakat akan kebersihan lingkungan. Maka peran masyarakat sangat dibutuhkan untuk mewujudkan lingkungan yang bersih dan sehat.

Seiring dengan perkembangan teknologi robot saat ini, memungkinkan kita untuk merancang mobile robot.

Mobile robot yang bergerak dengan mikrokontroler Atmega2560 sebagai pengontrolan kerja robot yang dapat membantu suatu pekerjaan, khususnya mengumpulkan sampah. Adapun keuntungan yang didapatkan dengan menggunakan teknologi mikrokontroler ATmega2560 adalah robot tersebut dapat dihubungkan dengan sensor ultrasonik yang dapat mendeteksi objek sampah.

B. Rumusan Masalah

Merancang prototipe robot pemungut sampah berbasis mikrokontroler Atmega2560 yang otomatis dengan menggunakan sensor ultrasonik untuk mendeteksi sampah.

C. Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Mengembangkan prototipe *Early Warning System* sebagai *wireless sensor* pendeteksi ketinggian gelombang laut

menggunakan sensor IMU (*Inertial Measurement Unit*).

2. Mendeskripsikan hasil pengujian penggunaan sensor IMU (*Inertial Measurement Unit*) terhadap perubahan ketinggian gelombang laut.

D. Manfaat

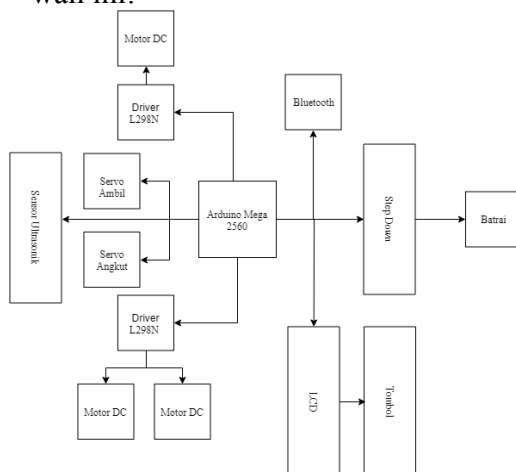
Manfaat Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi Masyarakat :
Memudahkan dan menarik perhatian untuk tidak membuang sampah tidak pada tempatnya.
2. Bagi Peneliti :
Mengetahui serta memahami mikrokontroler arduino Atmega2560 dan sensor ultrasonik sebagai pendeteksi objek bagi penulis maupun pembaca guna memudahkan eksperimen atau peralatan berbasis mikrokontroler.

2. METODE PELAKSANAAN

A. Penentuan Spesifikasi Rancangan

Secara garis besar sistem pada penelitian ini adalah seperti gambar dibawah ini:



Gambar. 2.1

Rangkaian Keseluruhan Sistem Blok Input

Pada blok *input* ini terdapat sensor Ultrasonic, sensor tersebut berfungsi sebagai sumber input-an untuk mikrokontroler Arduino. Pada sensor ultrasonic bekerja sebagai pendeteksi objek sampah yang akan di bersihkan oleh prototype dan

memudahkan prototype untuk mendeksi jarak aman dari halangan saat bekerja.

a. Blok Proses

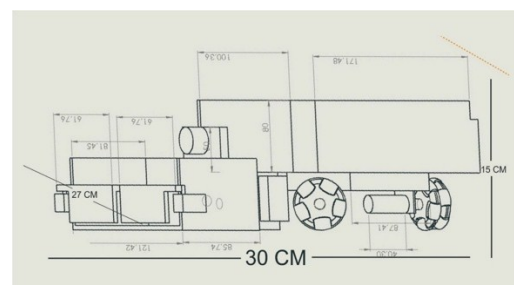
Blok mikrokontroler Arduino berfungsi sebagai pusat kontrol atau pengendali utama pada rangkaian. Seluruh inputan yang masuk ke Arduino, diproses, dan kemudian ditentukan output yang telah diprogram didalam mikrokontroler Arduino.

b. Blok Output

Output atau keluaran dari *Prototype Robot Pemungut Sampah* ini adalah Motor Servo dan Motor DC. Prototype ini akan menyapu dan mengangkat sampah dengan bantuan Servo jika sensor mendeteksi objek sampah

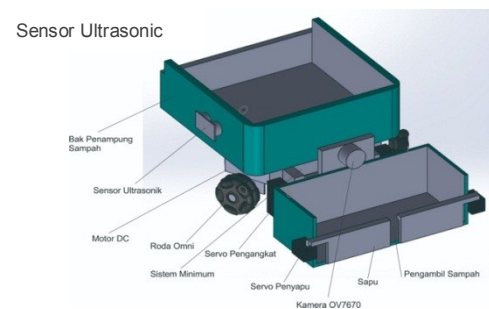
Gambar Tampilan Prototype Robot Pemungut Sampah Berbasis Arduino

Tampilan *Prototype Robot Pemungut Sampah* dalam bentuk 3D :



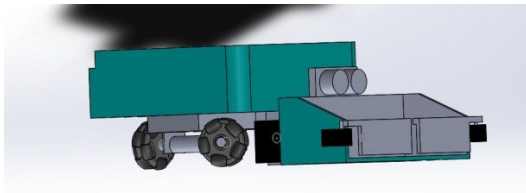
Gambar 2.2

Ukuran Protototye Robot Pemungut Sampah

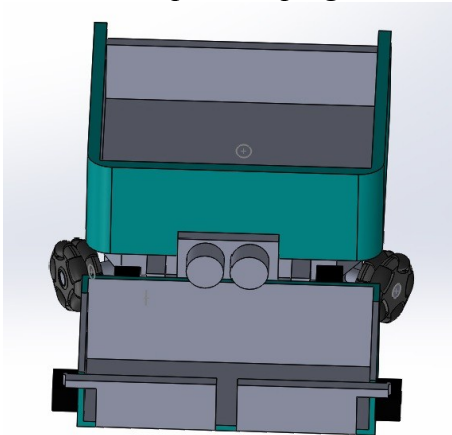


Gambar 3.3

Prototype Robot Pemungut Sampah



Gambar. 3.4
Tampak Samping



Gambar. 3.5
Tampak Depan

Perancangan Perangkat Keras

Rangkaian yang digunakan dalam perancangan *hardware* antara lain adalah :

a. Catu Daya atau Power

Arduino dapat diaktifkan melalui koneksi USB (Universal Serial Bus) atau dengan catu daya eksternal. Untuk sumber daya eksternal atau non USB dapat berasal baik dari adapter AC-DC atau baterai. Board Arduino dapat beroperasi pada pasokan eksternal dari 6 sampai 12 volt.

b. Sensor

Alat yang digunakan sebagai sensor dalam penelitian ini menggunakan Ultrasonik HC-SR05 akan digunakan untuk memberikan input pada mikrokontroler. Setelah mikrokontroler menerima sinyal ultrasonic ketika didepan sensor ada penghalang, Prototipe akan secara otomatis berpindah. Mikrokontroler juga menerima input dari sensor Ultrasonik HC-SR05 ketika sensor mendeteksi

objek sampah dan kemudian prototype akan memungut sampah yang terdeteksi menggunakan lengan yang digerakkan oleh servo.

c. Perancangan Mekanik

Pada perancangan mekanik terdiri dari perencanaan desain mekanik perangkat keras yang mendukung kinerja. Pembuatan perangkat mekanik terdiri dari perencanaan desain mekanis yang mendukung kinerja alat dan berkarakter sesuai pada kondisi sesungguhnya.

d. Rangkaian Pengendali

Arduino Uno sebagai mikrokontroler terhadap prototype. Prototipe dinyalakan secara manual dengan menyetel tombol power, ketika selesai mematikan prototipe dengan manual.

1. Perancangan Perangkat Lunak

Pembuatan program data pada mikrokontroller adalah menuliskan kode atau perintah pada Arduino, penulisan perintah ini menggunakan bahasa pemrograman C pada *software* Arduino. Program data yang direncanakan untuk Arduino pada penelitian ini mempunyai fungsi sebagai berikut:

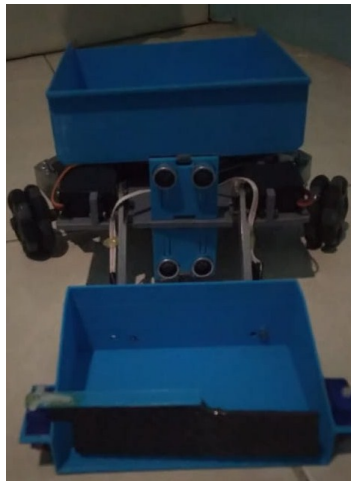
- a. Menerima input dari Ultrasonik HC-SR05
- b. Nilai output dari rangkaian ini, selanjutnya akan diterima oleh Pin input pada Arduino dan Arduino akan memberikan nilai output pada PORTnya dari Arduino dan menjadi nilai masukan bagi rangkaian servo yang memungut sampah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Deskripsi Produk

Penulis merancang sebuah robot pemungut sampah yang dapat digunakan dikantor maupun di rumah. Robot pemungut sampah ini lebih efisien dan dapat memberikan kenyamanan bagi si pengguna baik dari segi biaya maupun jangkauan untuk membuang sampah. Tempat sampah ini otomatis dan dapat

dikontrol oleh *smartphone* melalui komunikasi dengan *Module bluetooth* sehingga akan berjalan mencari objek sampah yang akan dibersihkan. Ketika sensor robot pengangkut sampah telah mendekati objek, sendok sampah akan terbuka otomatis untuk menarik sampah dan robot akan kembali berjalan mencari sampah lain ketika sampah yang dipungut sebelumnya telah masuk ke penampungan sementara. Robot tempat sampah ini juga menggunakan teknologi Mikrokontroler Arduino sebagai pusat kendalinya.



Gambar 4.1

Tampilan Prototipe Robot Pemungut Sampah

Prototipe Robot Pemungut Sampah ini merupakan suatu sistem berbasis mikrokontroler *arduino* yang menggunakan sensor Ultrasonik sebagai input yang mendeteksi objek dan keadaan sekitar sehingga akan menjadi umpan balik sistem.

Kondisi pertama ketika di letakkan di suatu ruangan yang terdapat beberapa objek sampah, tekan tombol *on* maka prototipe akan berfungsi bekerja mencari sampah dan jika prototipe robot menemukan halangan sensor akan mendeteksi sebagai objek sehingga prototipe akan bergerak ke keadaan memungut sampah namun pelan-pelan akan menjauhi halangan tersebut.

1. Hasil Uji Coba

a. Pengujian Mikrokontroler Arduino

Pengujian mikrokontroler Arduino dilakukan dengan cara pengecekan pada pin-pin Arduino yang nantinya akan digunakan sebagai input maupun output untuk menjalankan sistem.



Gambar 4.3

Pengujian Mikrokontroler Arduino Robot Tempat Sampah

b. Pengujian Motor DC

Pengujian Motor DC bertujuan untuk mengetahui kemampuan robot berjalan sesuai perintah.

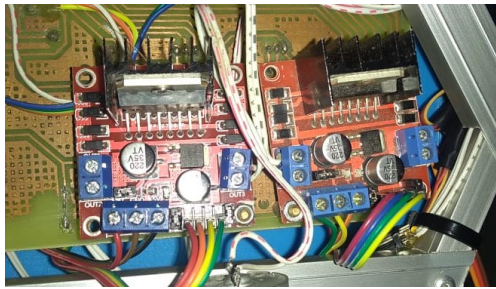


Gambar 4.4

Pengujian Motor DC Prototipe Robot Pemungut Sampah

c. Pengujian Motor Driver

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah driver ini cocok untuk motor dc yang digunakan.



Gambar 4.5
Gambar *Motor Driver* Prototipe
Robot Pemungut Sampah

d. Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan untuk mengetahui apakah system Prototipe Robot Pemungut Sampah yang dibuat telah bekerja dengan baik atau belum. Pada kondisi awal robot difungsikan, motor penggerak prototipe akan bergerak searah jarum jam sehingga robot akan terus bergerak maju apabila tidak ada halangan atau objek yang terdeteksi oleh sensor. Dan selanjutnya pada saat prototipe bergerak, robot juga akan melakukan pengukuran jarak dengan objek yang ada disekitarnya dengan menggunakan sensor ultrasonik yang terletak pada bagian depan. Dan jarak yang terdeteksi akan ditampilkan pada *serial monitor* arduino melalui komunikasi serial.

Tabel 4.1
Tabel Hasil Instrument *Functionality*

No.	Requirement yang diuji	Butir uji	Hasil	
			Ya	Tidak
1.	Ardiuno Mega 2560	Apakah arduino berfungsi dengan baik?	√	
2.	Ardiuno Mega 2560	Apakah pin arduino sesuai dengan kebutuhan item prototype?	√	
5.	Sensor Ultrasonik	Apakah sensor dapat mendeteksi objek atau sampah non organik?	√	
6.	Sensor Ultrasonik	Apakah sensor dapat mendeteksi objek atau sampah organik?	√	
7.	Sensor Ultrasonik	Apakah sensor dapat mendeteksi tembok yang berada 1 meter dihadapannya?	√	
8.	Motor servo	Apakah servo dapat memasukkan sampah diwadahnya?		√
9.	Motor servo	Apakah servo dapat mengangkat sampah yang telah tertampung?	√	
10.	Motor DC	Apakah motor DC dapat bergerak sesuai dengan inputan sensor?	√	

Dari hasil validasi functional pada tabel 4.1, resentase nilai kesalahan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$Error \% = \frac{10-9}{10} \times 100 = 10 \%$$

Sehingga dengan demikian Prototipe robot pemungut sampah dapat di katakan berfungsi dan sangat layak sebagai alat pemungut sampah. Error tersebut disebabkan karena sapu yang digunakan terlalu kecil dan menggunakan motor servo jenis SG90s dimana servo tersebut memiliki torsi kecil yang hanya mampu mengangkat sekitar 1,40 kg/cm.

1. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik adalah dengan menghubungkan pin SIG yang di gunakan dengan pin mikrokontroler, pin VCC diberi tegangan 5 V. Dengan jarak pengujian antara sensor ultrasonik dengan objek sejauh 20cm sampai dengan 30 cm.

Pengujian untuk mendapatkan nilai jarak ini dilakukan dengan mendekatkan dan menjauhkan posisi objek yang ada di depan sensor untuk mengetahui kepekaan ketika diberikan objek sampah ataupun penghalang, masing-masing di lakukan uji sebanyak lima kali untuk jarak yang sama dengan objek yang berbeda.

Berdasarkan tampilan hasil pengujian sensor ultrasonik, didapatkan data seperti yang di tunjukkan dalam tabel. 4.2

Tabel 4.2
Pengujian Deteksi Objek

Pengujian	Objek	Jarak (dalam cm)			Keterangan	Error (%)
		20	25	30		
1.	Tembok	20	25	30	Akurat	0%
2.	Kursi/Meja	20	25	30	Akurat	0%
3.	Kertas	20	25	30	Akurat	0%
4.	Kaleng	20	25	30	Akurat	0%
5.	Plastik	20	25	30	Akurat	0%

Keterangan :

1. Jarak (cm) : Jarak tempuh dekeksi objek, dinyatakan dalam satuan centimeter (cm).
2. Objek : Jenis objek yang di deteksi

Dari hasil pengujian atas pengukuran jarak yang di hasilkan sensor ultrasonik berdasarkan tabel 4.2 didapatkan hasil pengukuran jarak rata-rata sebagai berikut :

1. Rata-rata ketepatan sensor dalam mendeteksi saat pengukuran jarak sebenarnya antara objek sampah dan penghalang dengan sensor sejauh 20cm.

- Untuk jarak sebenarnya 25 cm didapatkan hasil pengukuran jarak rata-rata sensor 25 cm.
- Untuk jarak sebenarnya 30 cm didapatkan hasil pengukuran jarak rata-rata sensor 30 cm.

Pengujian jarak yang kita lihat pada tabel di atas kita tidak mengetahui waktu dalam pengujian maka kita dapat lihat waktu pengujian pada pembahasan materi di bawah ini menggunakan persamaan rumus 1.

$$20 \text{ cm} = \frac{344,424 \text{ m/S} \times t}{2}$$

$$t = \frac{2 \times 20}{344,424 \times 10^{-6} \text{ m/S}}$$

$$t = 40$$

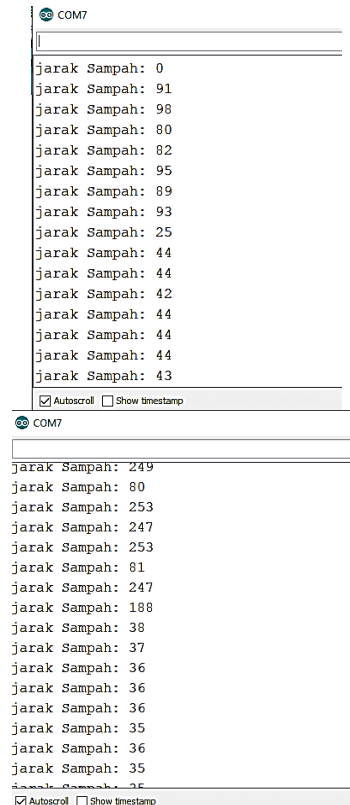
$$T = 116 \mu\text{S}$$

Hasil perhitungan waktu di dapatkan bahwa, waktu tempuh dalam jarak 20 cm yang di lakukan oleh peneliti dengan hasil pembacaan jarak dengan hasil yang cukup baik dalam pembacaan sensor dengan memerlukan waktu 116μS.

Beberapa pengujian yang dilakukan terhadap manuver gerakan prototipe robot adalah :

a. Prototipe robot tidak menghadapi halangan

Pengujian dilakukan dengan memposisikan prototipe robot pada daerah yang tidak terdapat objek sampah. Dari pengujian yang dilakukan, jara yang terbaca oleh sensor dan tampilan pada serial monitor arduino adalah seperti ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 4.6

Tampilan serial monitor arduino saat tidak mendeteksi objek

Dari tampilan yang dihasilkan didapatkan data pada tabel sebagai berikut (dengan asumsi 1= gerak motor CW/Searah jarum jam, -1=CCW berlawanan arah jarum jam, 0= diam):

Tabel 4.3

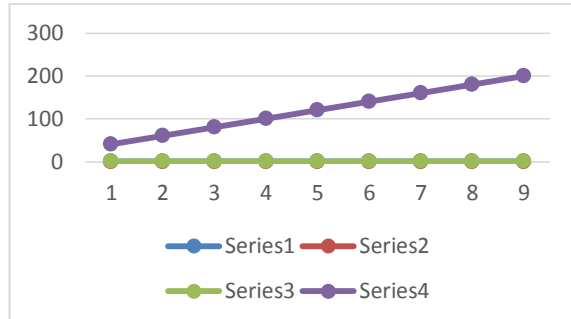
Pengujian Maju-Mundur saat tidak mendeteksi halangan

Kondisi ke	Jarak sensor ke objek (cm)	Gerak Motor			Gerak Prototipe Robot
		Motor kiri	Motor belakang	Motor kanan	
1.	40	1	0	1	Maju
2.	60	1	0	1	Maju
3.	80	1	0	1	Maju
4.	100	1	0	1	Maju
5.	120	1	0	1	Maju
6.	140	1	0	1	Maju
7.	160	1	0	1	Maju
8.	180	1	0	1	Maju
10.	200	1	0	1	Maju

Keterangan :

- Jarak Sensor (cm) : Jarak deteksi sensor pada objek.
- Gerak Motor : Respon Putaran Motor Kiri, Kanan, Belakang. Dinyatakan dalam bilangan biner.

Dengan data yang didapatkan maka melalui gambar didapat hubungan antara kondisi lingkungan yang dihadapi robot, jarak yang terbaca oleh sensor ultrasonik dan manuver robot.



Grafik 4.1
Grafik Hasil Pengujian Saat Tidak Mendeteksi Halangan

Dari tampilan serial monitor arduino, data yang didapat dan grafik yang dibuat berdasarkan data tersebut, maka terlihat bahwa sejak kondisi awal tempat lingkungan prototipe bergerak sampak dengan kondisi ke-10 robot bergerak tidak terbaca adanya halangan pada jarak sampai dengan 200cm pada sensor ultrasonik,

Jarak yang terjauh terbaca oleh sensor adalah 247cm. Dengan demikian pada grafik juga terlihat bahwa sejak kondisi awal sampai dengan kondisi ke-10 motor kanan dan kiri terus berputar ke arah jarum jam sehingga robot tetap bergerak maju.

b. Robot mendeteksi objek

Pengujian dilakukan dengan memposisikan robot pada daerah yang semula tidak terdapat objek kemudian mendapati objek sampah ataupun penghalang pada saat bekerja memungut sampah.

```
COM7
jarak Sampah: 91
jarak Sampah: 31
jarak Sampah: 31
jarak Sampah: 31
jarak Sampah: 31
jarak Sampah: 31
jarak Sampah: 30
jarak Sampah: 29
jarak Sampah: 28
jarak Sampah: 225
jarak Sampah: 220
jarak Sampah: 73
jarak Sampah: 90
jarak Sampah: 88
jarak Sampah: 88
jarak Sampah: 163
jarak Sampah: 134
COM7
jarak Sampah: 0
jarak Sampah: 91
jarak Sampah: 98
jarak Sampah: 80
jarak Sampah: 82
jarak Sampah: 95
jarak Sampah: 89
jarak Sampah: 93
jarak Sampah: 25
jarak Sampah: 44
jarak Sampah: 44
jarak Sampah: 42
jarak Sampah: 44
jarak Sampah: 44
jarak Sampah: 44
jarak Sampah: 43
[Autoscroll] [Show timestamp]
```

Gambar 4. 7
Tampilan serial monitor arduino saat mendeksi objek

Dari pengujian yang dilakukan, jarak yang terbaca oleh sensor dan ditampilkan pada serial monitor arduino adalah seperti ditunjukkan pada gambar 4.7.

Dari tampilan yang dihasilkan didapatkan data pada tabel 4.4 sebagai berikut (dengan asumsi 1= gerak motor CW/searah jarum, -1 = CCW berlawanan arah jarum jam, 0=diam).

Tabel 4.4
Pengujian Maju-Mundur saat mendeteksi objek

Kondisi ke	Jarak sensor ke objek (cm)	Gerak Motor			Gerak Prototipe Robot
		Motor kiri	Motor belakang	Motor kanan	
1.	40	1	0	1	Maju
2.	50	1	0	1	Maju
3.	60	1	0	1	Maju
4.	70	1	0	1	Maju
5.	25	-1	0	-1	Mundur
6.	30	0	0	0	Berhenti
7.	35	1	0	1	Maju
8.	60	1	0	1	Maju
10.	65	1	0	1	Maju

Keterangan :

1. Jarak Sensor (cm) : Jarak deteksi sensor pada objek.

2. Gerak Motor : Respon Putaran Motor Kiri, Kanan, Belakang. Dinyatakan dalam bilangan binner.

Dari data yang didapatkan maka melalui gambar 4.7 didapat hubungan antara kondisi lingkungan yang dihadapi robot, jarak yang terbaca oleh sensor ultrasonik dan manuver prototipe robot.

Dari tampilan pada serial monitor arduino, data yang didapat dan grafik yang dibuat berdasarkan data tersebut, maka terlihat bahwa sejak kondisi awal tempat lingkungan prototipe bergerak sampai dengan kondisi ke-4 prototipe bergerak tidak terbaca adanya objek sampah pada jarak 30cm pada sensor. Dengan demikian pada grafik terlihat bahwa sejak kondisi awal sampai dengan kondisi ke-4 motor terus berputar searah jarum jam dan terus maju mencari sampah.

Pada kondisi selanjutnya prototipe berhenti dan bergerak memungut sampah, yaitu di kondisi ke-5 robot mendeteksi adanya objek pada jarak 25 cm, sehingga kemudian motor mundur segera menyesuaikan letak objek untuk selanjutnya melakukan manuver memungut sampah terlihat pada grafik, kondisi ke-6 robot melakukan manuver berhenti dan langsung bergerak ke gerakan memungut sampah.

Kemudian robot kembali bergerak maju setelah menyelesaikan tugasnya memungut sampah sampai dengan kondisi ke-10, sensor tidak mendeteksi adanya sampah dan terus bergerak maju mencari sampah hingga berhenti saat di matikan manual.

C. Pengukuran *Range area* Sensor

Pada percobaan ini, kondisi pengukuran yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Jarak sensor dari lantai : 2 cm
2. Objek yang digunakan berukuran 5 x 1,5 x 3 cm

(1) *Range area Vertical*

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar *range area* sensor secara vertikal. Untuk mengukur besar *range area*, objek diletakkan mulai dari 2 cm dari sensor dan digeser menjauhi sensor setiap 2 cm sampai objek terdeteksi. Data hasil percobaan adalah sebagai berikut.

Tabel 4.5
Range Area Sensor Vertical

Jarak (cm)	Status
6	Tidak terdeteksi
8	Tidak terdeteksi
10	Tidak terdeteksi
12	Tidak terdeteksi
14	Tidak terdeteksi
16	Tidak terdeteksi
18	Tidak terdeteksi
20	Tidak terdeteksi
21	Terdeteksi
22	Terdeteksi

Keterangan :

1. Jarak Sensor (cm) : Jarak deteksi sensor pada objek.

(2) *Range area Horizontal*

Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar *range area* sensor secara horizontal. Untuk mengukur besar *range area*, objek diletakkan mulai dari 22 cm dari sensor dan digeser mendekati sensor setiap 2 cm sampai objek terdeteksi. Data hasil percobaan adalah sebagai berikut.

Tabel 4.6
Range Area Sensor Horizontal

Jarak (cm)	Status
22	Tidak terdeteksi
20	Tidak terdeteksi
18	Tidak terdeteksi
16	Tidak terdeteksi
14	Tidak terdeteksi
12	Tidak terdeteksi
10	Tidak terdeteksi
8	Tidak terdeteksi
6	Terdeteksi
4	Terdeteksi

Keterangan :

1. Jarak Sensor (cm) : Jarak deteksi sensor pada objek.

Dari data tabel 4.5 dan 4.6 hasil pengujian *Range Area sensor* dapat disimpulkan bahwa sensitifitas sensor pada objek tergantung dimana posisi objek berada, sensor mendeteksi objek dengan tepat jika objek sejajar dengan transmitter (Pemancar) dan receiver (penerima) pada sudut terukur 15°. Stabilitas sensor juga turut dipengaruhi oleh posisi permukaan benda

relatif terhadap sensor, seperti yang dijelaskan Webster dan Areny (Jwilans, 2011).

2. Pengujian Servo Lengan Prototipe

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah servo yang digunakan ini berfungsi dan selaras dengan manuver pergerakan prototipe ketika diberi beban sampah.

a. Pengujian Pergerakan Lengan

Untuk melakukan pengujian pergerakan robot, dilakukan dengan pemberian 5 macam benda dengan berat yang berbeda. Dimana waktu tempuh dan sudut pergerakan robot dari posisi awal hingga posisi akhir saat mengangkat sampah akan teruji.

Tabel 4.7
Tabel data pengujian kekuatan lengan

Pengujian	Berat objek (gram)	Sudut Servo (0° – 180°)		Waktu tempuh (detik)	Respon Lengan
		Kanan	Kiri		
1	10	160	20	1	Berhasil
2	30	160	20	1	Berhasil
3	60	160	20	1	Berhasil
4	80	140	30	1,17	Berhasil
5	100	130	35	1,36	Berhasil

Keterangan :

1. Berat objek (gr) : Jarak tempuh alat, dinyatakan dalam satuan gram (gr).
2. Sudut servo : Kecepatan Putaran Motor Kiri, dinyatakan dalam satuan derajat (°)
3. Waktu Tempuh (detik) : Lamanya putaran motor servo, dinyatakan dalam satuan detik.

Dengan data yang didapatkan maka melalui tabel didapat hubungan antara kondisi berat objek berhubungan dengan kecepatan waktu tempuh pergerakan lengan prototipe saat mengangkat beban objek.

- Dengan berbagai berat beban objek, dapat disimpulkan bahwa prototipe berhasil dan mampu mengangkat beban hingga 1kg sampah sekali angkat. Kekuatan servo MG955 yang digunakan memiliki kekuatan torsi yang besar yaitu 7-8 Kg/cm. Dari hasil pengujian kekuatan servo sebagai lengan semakin berat beban yang diangkat maka pergerakan lenganpun lambat, namun masih sesuai dengan waktu yang telah di input pada program servo yaitu 1 detik. Hasil tersebut juga membuktikan kesesuaian kecepatan operasi: 0.13sec/60 derajat (6.0 v tanpa beban) pada spesifikasi motor servo.

b. Pengujian Kekuatan Torsi Servo

Pada pengujian ini menghitung besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Torsi adalah perkalian antara gaya dengan jarak.

Pengukuran torsi pada pengujian ini menggunakan alat timbangan digital sebagai pengukur sekaligus pengganti alat yang melawan putaran. Prinsip kerjanya adalah dengan memberi tuas yang memiliki beban dan timbangan yang melawankan arah putaran sampai putaran mendekati 0 rpm, dengan tegangan sumber tegangan sebesar 5V.

Tabel 4.8
Pengujian Kekuatan Torsi Pada Posisi Normal

No.	Tuas		Kekuatan torsi (gr)			
	Panjang (cm)	Berat (mg)	45°	90°	135°	180°
1.	5	4000	1629	2270	2307	2334
2.	10	7000	1502	1581	1683	1650
3.	15	10000	895	993	1103	1138
4.	20	14000	643	686	732	806
5.	25	17000	540	600	660	722
6.	30	20000	290	389	395	650

Keterangan :

1. Tuas : alat bantu pengukuran yang panjang (cm) dan berat (mg) sesuai kebutuhan.
2. Kekuatan torsi (gr) : Hasil dari pengukuran kekuatan servo, dalam satuan gram.
3. Sudut servo : Putaran atau gerak servo, dinyatakan dalam satuan derajat (°)

Berdasarkan hasil pengujian membuktikan bahwa semakin panjang dan berat beban yang diberikan, semakin kecil energi yang di keluarkan motor servo. Servo dengan beban tuas 1 dapat mencapai 1,6-2,3 kg energi torsiya, dan Servo dengan beban tuas ke 6 hanya mencapai 0,2-0,6 kg energi torsi yang di keluarkan. Jika semakin besar sudut, semakin kuat energi yang di keluarkan.

Pengujian untuk mengukur torsi pada poros diberi rem atau timbangan yang dapat menghasilkan w atau pembebanan. Pembebanan diteruskan sampai poros hampir berhenti berputar, (Taufiq, 2013). Dari definisi disebutkan

bahwa perkalian antara gaya dengan jaraknya adalah sebuah torsi, dengan definisi tersebut Torsi pada poros dapat juga diketahui dengan rumus:

$$T = w \times b \text{ (Nm)}$$

T = adalah torsi mesin (Nm)

w = adalah beban (N)

1 N = 1000 gr.

b = adalah jarak pembebanan dengan pusat perputaran (m)

1. Torsi dengan beban 4 gram dan panjang 5 cm, pada sudut 180 :
 $T = 2,3\text{N} \times 0,05\text{m} = 0,115 \text{ Nm}$
2. Torsi dengan beban 14 gram dan panjang 20 cm, pada sudut 180:
 $T = 0,8 \text{ N} \times 0,20\text{m} = 0,16 \text{ Nm}$
3. Torsi dengan beban 20 gram dan panjang 30 cm, pada sudut 180 :
 $T = 0,6 \text{ N} \times 0,30\text{m} = 0,18 \text{ Nm}$

Dari hasil perhitungan Torsi dengan satuan (Nm) dapat diketahui jumlah energi yang dihasilkan.

Tabel 4.9
Pengujiuan Kekuatan Servo Pada Posisi Terbalik

Tuas	Percobaan					Rata – Rata
	1	2	3	4	5	
20 (cm)	728	698	664	649	628	673

Keterangan :

1. Tuas : alat bantu pengukuran yang panjang (cm)
2. Rata-rata : nilai rata-rata dari hasil percobaan, dalam satuan (gram)

Dari hasil pengujian menggunakan sudut 180°, dengan posisi servo terbalik melawan gravitasi menghasilkan rata-rata 0,6 kg kekuatan torsi, dibandingkan dengan kekuatan torsi pada posisi normal yaitu mencapai 0,8kg.

Tabel 4.10
Pengujiuan Kekuatan Servo Dengan Beban Yang Berbeda

Tuas	Beban (gr)	Torsi Konstan (gr)
25 cm	17	365
	21	420

	29	375
	41	425

Keterangan :

3. Tuas : alat bantu pengukuran yang panjang (cm) dan berat (mg) sesuai kebutuhan.
4. Kekuatan torsi (gr) : Hasil dari pengukuran kekuatan servo, dalam satuan gram.

Dari hasil pengujian ini, pada tuas 25cm yang diberikan beban yang berbeda dengan sudut yang sama 180 bahwa beban dalam hitungan gram tidak berpengaruh pada kekuatan torsi.

Pengujian ini membuktikan bahwa untuk memperkuat torsi sebuah motor yang biasanya dinyatakan dalam kg-cm digunakan gear reduksi. Torsi diukur berdasarkan kemampuan sebuah tuas sepanjang 1 cm untuk menggerakkan benda sebesar x kg, (Ahmad dan Saiful, 2013). Torsi yang dihasilkan motor servo terbukti linear, semakin panjang tuas semakin lemah torsi dan semakin dekat tuas dengan gear maka semakin besar kekuatan torsi motor servo.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, alat yang di rancang ini menggunakan papan pada *mikrokontroller Arduino ATmega2560* yang di hubungkan *sensor ultrasonik* sebagai komponen yang berfungsi sebagai pendeteksi objek sampah dan menggunakan *motor servo GM995* sebagai lengan pengangkat sampah juga motor servo SG90s sebagai komponen yang mengambil sampah. Pada hasil uji keseluruhan dapat disimpulkan bahwa, komponen prototipe robot pemungut sampah ini dapat berfungsi sesuai dengan yang penulis harapkan yaitu semua komponen bermanuver sesuai input dan output.

Pada saat bekerja prototipe robot akan memutuskan untuk melakukan manuver berikutnya jika terdeteksi objek di sekitarnya dengan jarak kurang lebih 30 cm. Manuver yang akan dilakukan robot adalah : Jika sensor mendeteksi objek sampah yang ada di depannya kurang dari 30cm, prototipe akan berhenti. Kemudian mundur menyesuaikan jarak sampah hingga 10cm agar sendok

mengangkut sampah dapat mengambil sampah, lalu motor servo penarik sampah akan berputar 90 derajat searah jarum jam untuk mengambil sampah yang terdeteksi dan motor servo yang berperan sebagai lengan sendok sampah akan berputar 90 derajat melawan arah jarum untuk meneruskan membuang sampah ke penampungan sampah. Jika sensor mendeteksi objek lebih dari 30 cm, prototipe akan terus berjalan maju kedepan. Termasuk saat telah memungut sampah dan di depan prototipe tidak ada halangan atau objek lain, prototipe akan terus berjalan maju ke depan mencari objek sampah untuk di angkut. Sensor Ultrasonik berhasil mendeteksi semua objek yang di ujikan. Motor Servo yang digunakan sebagai lengan pengangkut sampah mampu mengangkat hingga 8kg/cm.

Seluruh rangkaian yang di rancang berfungsi dengan baik dan dari hasil uji functional nilai kesalahan dari prototipe adalah 10% sehingga masuk dikategori sangat layak.

5. REFERENSI

Arduino uno(2014), "Datasheet Arduino uno". Di akses aiaacrocketry.org/.../Arduino%20Uno%20Overview.pdf tanggal 17-03-2019.

Arief, U. M. (2011). Pengujian Sensor Ultrasonik PING untuk Pengukuran Level Ketinggian dan Volume Air. Jurnal Ilmiah "Elektrikal Enjiniring" UNHAS Vol. 9 No. 2 Mei-Agustus 2011, 9(2), 72–77.

Ali Mufid, Mohammad (2015). Analisis Perbandingan Sudut Pengendali dan Sudut Motor Servo. (eprints.umk.ac.id , diakses 29 September).

Aslamia, S. (2012). Robot Pendeteksi Manusia Sebagai Sistem Keamanan Ruangan Menggunakan Sensor PIR dengan Media Komunikasi XBEE Berbasis Arduino. Leonardo, 4–27.

Kadir, Abdul. 2014. *Panduan Praktis Mempelajari Aneka Proyek Berbasis Mikrokontroler Arduino*. Penerbit : Andi.

Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (2016). Robot Cerdas SAR Pemadam Api. Jakarta:RISETDIKTI.

Khymem, 2013. 7 Oktober 2013. *Struktur Pemrograman Arduino*, (online), (<http://khymem.blogspot.co.id>, diakses 21 Januari 2019).

Iskandar, Irmawati. 2018. RUSA "Robot Pemungut Sampah Berbasis Android". Program Kreativitas Mahasiswa. Tidak diterbitkan. Makassar : Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar.

Jimmy Mada. 27 Maret 2014. *Belajar Mikrokontroler Arduino*, (online), (<http://madajimmy.com>, diakses 25 Januari 2019).

Jwilans. 2011. *Ultrasound*. (online), (<http://www.sensorwiki.org> , di-akses tanggal 21 September 2019).

Kadir, Abdul. 2012. *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*. Penerbit : Andi.

Kadir, Abdul. 2014. *Panduan Praktis Mempelajari Aneka Proyek Berbasis Mikrokontroler Arduino*. Penerbit : Andi.

Khymem, 2013. 7 Oktober 2013. *Struktur Pemrograman Arduino*, (online), (<http://khymem.blogspot.co.id>, diakses 21 Januari 2019).

Nugraha, N., & Supriyadi, S. (2017). Menggunakan Arduino Uno Dengan Algoritma Fuzzy Logic, 1, 50–64.

Sukarjadi. Setiawan, Deby Tobagus. Arifiyanto. & Hatta, Moch. (2017). Perancangan dan Pembuatan Smart Trash Bin Berbasis Arduino Uno di Universitas Maarif Hasyim Latif. Engineering and Sains Journal. Jilid I, Nomor 2 : 101-110.

Sanjaya, Mada. Membuat Arduino Bersama Profesor Bolabot Menggunakan Interdace Phyton. Cet. 1.- Yogyakarta : Gava Media, 2016